Veículos Autônomos em Escala, Sistemas de Comando, Visualização do Movimento e Aquisição de Dados.

Aluno: João Marcelo Guimarães Soares
Orientador: Mauro Speranza Neto

1- Introdução:

A área de veículos autônomos esta muito ligada à engenharia de controle e automação. Este projeto visa à integração dos sistemas mecânicos, eletrônicos e computacionais para a resolução de problemas envolvendo esta área. Um engenheiro de controle e automação deve possuir familiaridade com os sistemas mecânicos que envolvem os movimentos e a resistência veicular, os sistemas eletrônicos de controle e medição de seus movimentos e na programação envolvida da eletrônica embarcada.

O projeto se subdivide em duas etapas principais. O primeiro objetivo do trabalho se baseia na adaptação do sistema de controle de radio que já existe no carro de controle remoto para um volante de videogame. Deseja-se adaptar a eletrônica de controle de um veículo controlado por controle remoto para que o mesmo seja controlado por meio de um volante e pedais de acelerador e freio, e pilotado por meio de uma câmera acoplada no veículo. A segunda fase se consiste na aquisição de dados provenientes do comportamento do veiculo em um percurso determinado, de maneiras ainda a ser estudadas e definidas. Esta fase tem como objetivo a criação de uma "memória" do trajeto a ser percorrido pelo veiculo para que, por meio de uma programação embarcada, este consiga reproduzir os movimentos do controlador de maneira autônoma. Este relatório engloba toda a primeira parte do projeto, estudos feitos pelo aluno dos sistemas mecânicos do veiculo, volante e pedais, com os dispositivos de controle, microcontrolador e transceptores de sinal, juntamente com a ligação destes sistemas via programações em sistemas digitais.

O uso de veículos autônomos é bem comum na indústria atual. A aplicação destes sistemas possibilita maior flexibilidade de produção e menor número de acidentes em operações de alto risco. Sendo esta uma área de bastante pesquisa, constantemente surgem adaptações que se ajustam a diversos tipos de empresa. O trabalho se adéqua a esta realidade, pois existirá uma liberdade muito grande imposta ao

controlador do veiculo ao término da segunda fase. O objetivo final do projeto é que o usuário do veiculo (Figura 1) tenha autonomia de gerar qualquer percurso para o veiculo, que, por sua vez, pode também ser adaptado a executar alguma tarefa especifica imposta pelo mesmo.

Figura 1: Veículo em escala empregado.

2- Considerações e Estudos Iniciais

Uma primeira visão do trabalho foi dada por meio do estudo dos sistemas de controle. Inicialmente, para fins de se obter uma visão geral e um estudo inicial, foi desmontado um sistema de volante e um sistema de rádio controle (Figura 2) para poder-se melhor observar o funcionamento das diferentes partes do sistema final de controle do veículo pela familiarização dos sistemas principais de controle de cada sistema. O veiculo a ser utilizado já se encontrava montado no laboratório LDC, porem este esta sujeito a adaptações, como, por exemplo, a instalação de um microcontrolador que se conecte a seu sistema elétrico-mecânico.

Figura 2: Equipamento convencional para rádio-controle.

Pelo estudo do sistema de controle de radio, o professor coordenador do projeto sugeriu o uso do microcontrolador Arduino juntamente com transceptores de sinal, tendo em vista que o microcontrolador teria tanto a função do controle remoto do veículo quanto à do controle autônomo do mesmo. A escolha deste microcontrolador também foi feita por este possuir uma programação simples e eficaz que se adéqua melhor as especificações do nosso projeto.

3- <u>Sistema mecânico/eletrônico do volante e pedais</u>

O sistema volante/pedais que esta sendo utilizado é o Twin Turbo (cód. 1020) da Leadership (Figura 3). Pelo estudo dos mecanismos internos do volante, já estão sendo utilizados os potenciômetros do volante em si e do pedal do acelerador. Inicialmente o objetivo é dominar os comandos básicos do sistema para depois explorar a inserção de outros comandos. Por ser um mecanismo mais sofisticado, o volante apresenta uma gama de acionadores que podem ser utilizados para inserção de novas funcionalidades para o sistema do carro.

Figura 3: Equipamento para controle de videogames.

Volante Twin Turbo

Descrição: Borboletas que imitam os pedais. Giro total de até 180°. Sistema de vibração. Ajuste de altura e angulação. Acompanha manopla de marcha com freio de mão, e pedais com sensibilidade de pressão. Volante com empunhaduras emborrachadas e ventosas.

Características:
- Compatibilidade: Playstation 2
- Dimensões: 36 x 28,5 x 25,3 cm
- UN/CX: 3 CDL PR

4- Sistema eletrônico – Arduino + Transeptores de sinal

Pelo estudo do controlador de radio, foi concluído que seria melhor uma solução que utilizasse um microcontrolador que teria tanto a função do controle remoto do veículo quanto à do controle autônomo do mesmo. O microcontrolador recomendado foi o Arduino (Figura 4), por este possuir uma programação simples e eficaz que se adequa melhor as especificações do nosso projeto.

Foram utilizados dois Arduinos do tipo nano, que contém microcontroladores ATmega328, voltagem de operação 5V, 14 entradas digitais, 8 analógicas e memória flash de 32Kb. Juntamente com dois transceptores ShangHai Sunray Technology (Figura 4) modelo SRWF-1028 (1.2), com 500mW de potencia, alimentação 5VDC e taxa de transmissão de dados 9600bps. Ambos os eletrônicos possuem *datasheet* em anexo. Um par Arduino/transeptor estará inserido no volante enquanto outro no veiculo ao final da primeira fase.

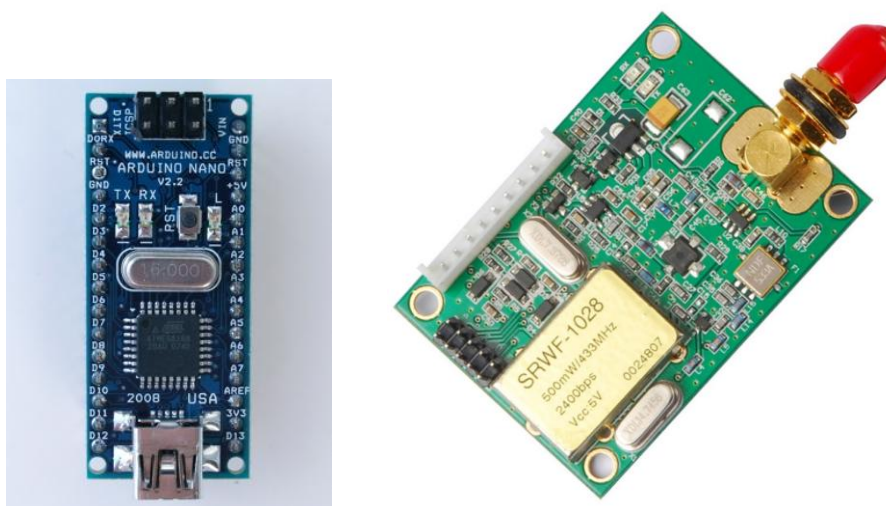



Figura 4: Arduino e transceptor.

Foram feitos testes utilizando o Arduino, potenciômetros e servomotores que representariam respectivamente o controle digital, o controle mecânico, do pedal e do volante, e a resposta deste controle ao sistema mecânico do carro (resposta no eixo do veiculo e comando do motor). Em um primeiro momento não foi utilizado os transceptores de sinal, todas as ligações foram feitas por fios empregando se uma protoboard para a interação potenciômetro/arduino/servomotor. O objetivo inicial era apenas preparar uma programação integrada ao arduino que executasse os comandos básicos desejados para esta interação Os testes serviram para uma visão inicial da programação do micro controlador e interação com os potenciômetros do volante.

Após os testes utilizando componentes do volante em separado foram feitas ligações entre os Arduinos e os potenciômetros do volante a motores (e servomotores) que simulariam a transmissão dos movimentos do volante no veiculo. Também, para fins de testes, o Arduino foi ligado a eletrônica que já existia embarcada no veiculo e , ligados ao microcontrolador, dois potenciômetros que simulariam os comportamentos do volante e pedais. Ao final desta etapa foi produzida uma programação que atendesse a uma conexão (inicial) de um Arduino que faria a ligação volante/veiculo (Figura 5).

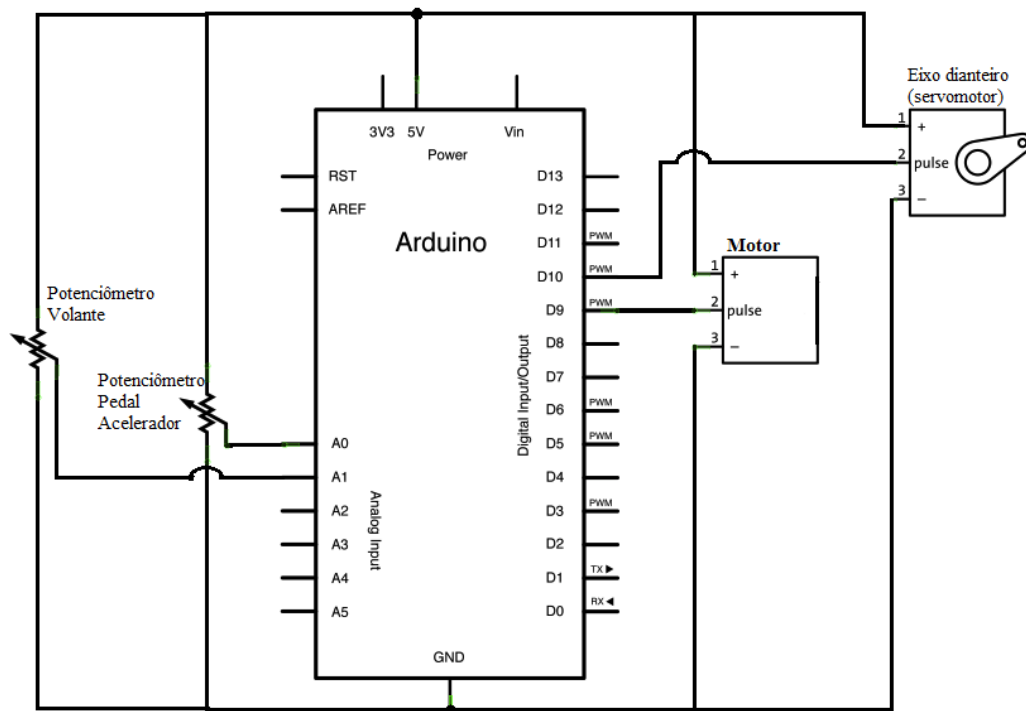



Figura 5: Conexão Arduíno-Veículo.

Código

```
#include <Servo.h>

Servo myservo1;
Servo myservo2;

int potpin1 = 0;
int potpin2 = 1;

int val1;
int val2;

 void setup()
{
   myservo1.attach(9);
   myservo2.attach(10);

}

void loop()
{
  val1 = analogRead(potpin1);
  val1 = map(val1, 0, 1023, 0, 179);
  Myservo1.write(val1);

  val2 = analogRead(potpin2);
  val2 = map(val2, 0, 1023, 0, 237);
  Myservo2.write(val2);

  delay(15);
}
```

A fase final desta primeira etapa se consiste em substituir a comunicação, antes feita por meio exclusivo de fiação, para com transceptor de sinal. Esta etapa ainda se encontra em fase de testes, pois ainda existem alguns problemas, possivelmente de interferência referentes a comunicação dos transeptores. Ao término desta fase, se pretende seguir o projeto usando uma programação para a adição de freio e uma “ré” no sistema de comando do veiculo, utilizando-se dos pedais e de um dos acionadores presentes no volante.

5- Considerações Finais

A primeira fase do projeto ainda precisa ser terminada, sendo necessários mais estudos e testes nos transeptores de sinal. A segunda fase se iniciará com o estudo de formas de medição para o trajeto do veiculo, juntamente com escolhas e a apresentação física de sensores próprios a estas medições no carrinho.

Foram feitas interações entre o controlador utilizado, suas bibliotecas de programação em conjunto com o sistema de controle do volante e o sistema mecânico do veiculo. O projeto vem se mostrando muito proveitoso em minha vida estudantil, pelo aprendizado prático que integra conceitos de mecânica, cálculos e programação. Os estudos atrelados à execução de cada tarefa acrescentam uma área de pesquisa nova à universidade e acrescentam uma índole pratica as matérias cursadas por mim. Alem de fornecer conhecimentos para as próximas etapas do projeto, também gera uma base para outros trabalhos que desejam se basear nesse sistema integrado.

6- Referências

http://www.mecatronicaatual.com.br/secoes/leitura/56

http://www.leadership.com.br/index.asp

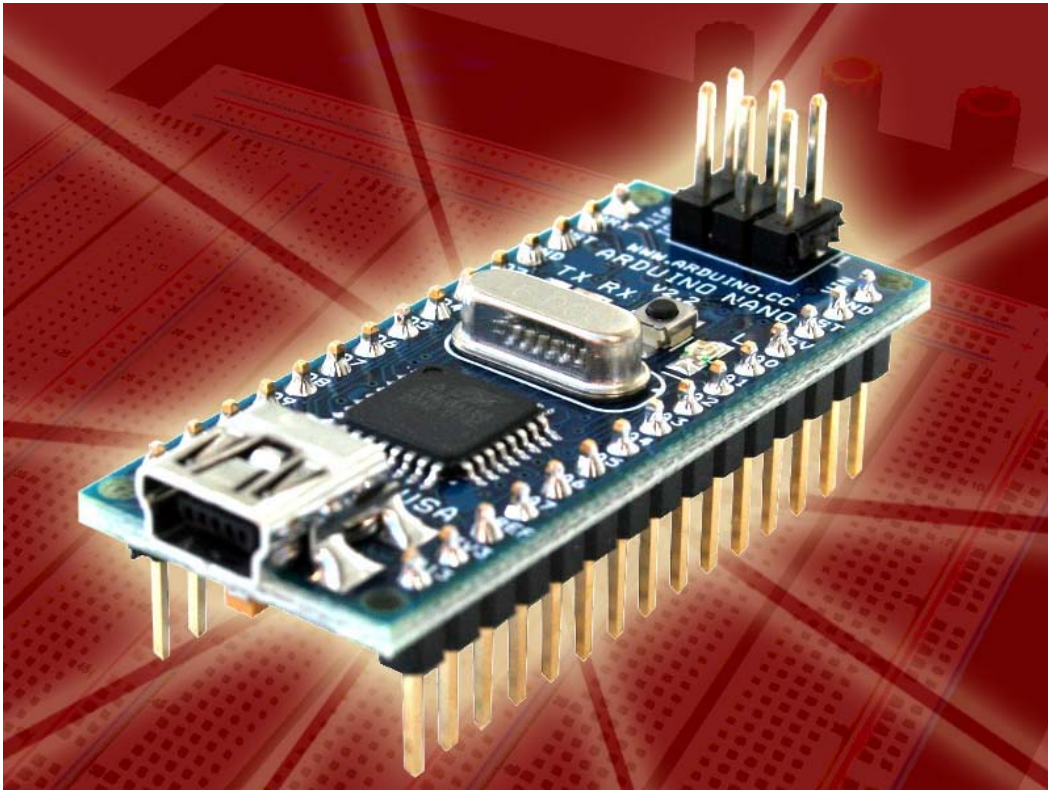
http://arduino.cc/en/

ANEXOS

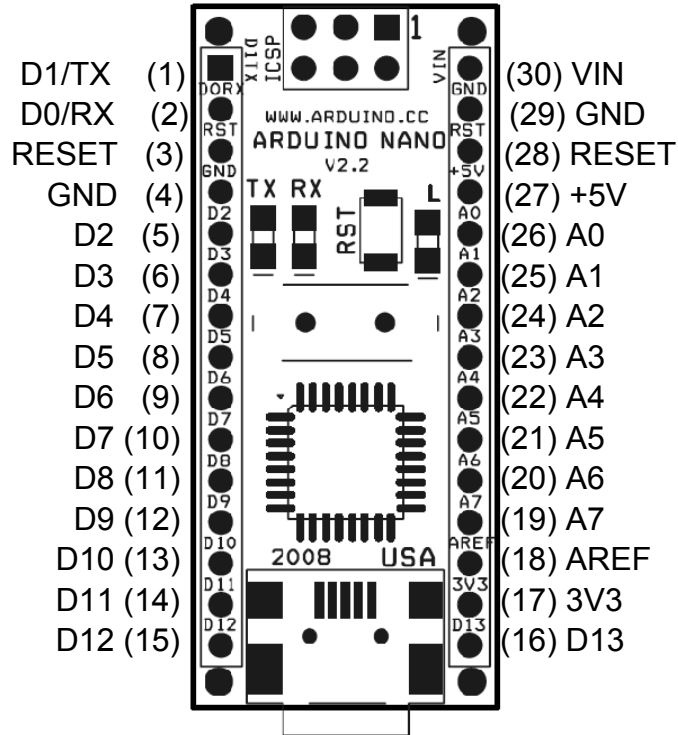
Arduino Nano (V2.3) User Manual

SRWF-1028(V1.5) Wireless Transceiver Data Module User Manual

Arduino Nano (V2.3)

User Manual

More information:

www.arduino.cc Rev. 2.3

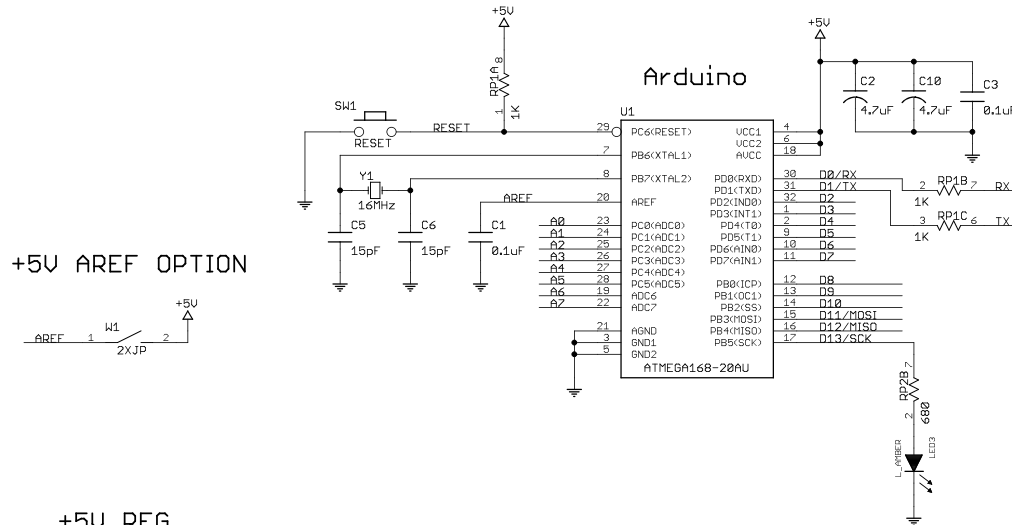
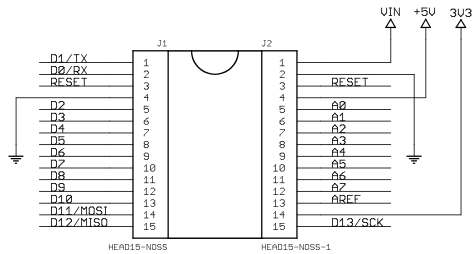
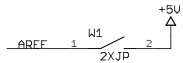
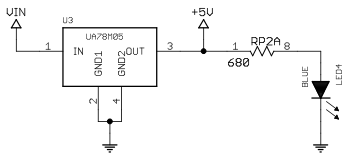
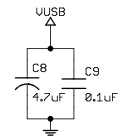
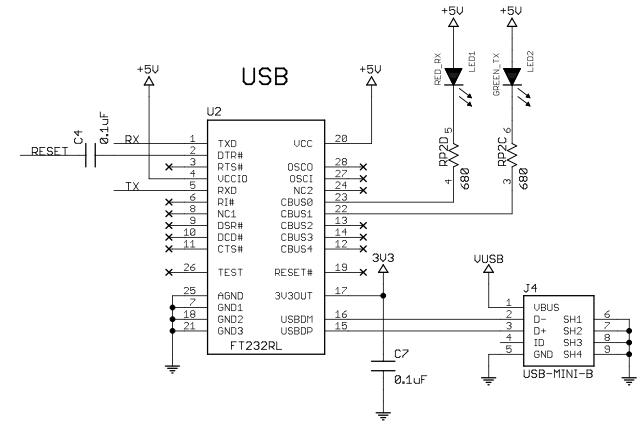
Arduino Nano Pin Layout

Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

Arduino Nano Mechanical Drawing

ALL DIMENTIONS ARE IN INCHES

Arduino Nano Bill of Material

Item Number	Qty.	Ref. Dest.	Description	Mfg. P/N	MFG	Vendor P/N	Vendor
1	5	C1,C3,C4,C7,C9	Capacitor, 0.1uF 50V 10% Ceramic X7R 0805	C0805C104K5RACTU	Kemet	80-C0805C104K5R	Mouser
2	3	C2,C8,C10	Capacitor, 4.7uF 10V 10% Tantalum Case A	T491A475K010AT	Kemet	80-T491A475K010	Mouser
3	2	C5,C6	Capacitor, 18pF 50V 5% Ceramic NOP/COG 0805	C0805C180J5GACTU	Kemet	80-C0805C180J5G	Mouser
4	1	D1	Diode, Schottky 0.5A 20V	MBR0520LT1G	ONSemi	863-MBR0520LT1G	Mouser
5	1	J1,J2	Headers, 36PS 1 Row	68000-136HLF	FCI	649-68000-136HLF	Mouser
6	1	J4	Connector, Mini-B Recept Rt. Angle	67503-1020	Molex	538-67503-1020	Mouser
7	1	J5	Headers, 72PS 2 Rows	67996-272HLF	FCI	649-67996-272HLF	Mouser
8	1	LD1	LED, Super Bright RED 100mcd 640nm 120degree 0805	APT2012SRCPRV	Kingbright	604-APT2012SRCPRV	Mouser
9	1	LD2	LED, Super Bright GREEN 50mcd 570nm 110degree 0805	APHCM2012CGCK-F01	Kingbright	604-APHCM2012CGCK	Mouser
10	1	LD3	LED, Super Bright ORANGE 160mcd 601nm 110degree 0805	APHCM2012SECK-F01	Kingbright	04-APHCM2012SECK	Mouser
11	1	LD4	LED, Super Bright BLUE 80mcd 470nm 110degree 0805	LTST-C170TBKT	Lite-On Inc	160-1579-1-ND	Digikey
12	1	R1	Resistor Pack, 1K +/-5% 62.5mW 4RES SMD	YC164-JR-071KL	Yageo	YC164J-1.0KCT-ND	Digikey
13	1	R2	Resistor Pack, 680 +/-5% 62.5mW 4RES SMD	YC164-JR-07680RL	Yageo	YC164J-680CT-ND	Digikey
14	1	SW1	Switch, Momentary Tact SPST 150gf 3.0x2.5mm	B3U-1000P	Omron	SW1020CT-ND	Digikey
15	1	U1	IC, Microcontroller RISC 16kB Flash, 0.5kB EEPROM, 23 I/O Pins	ATmega168-20AU	Atmel	556-ATMEGA168-20AU	Mouser
16	1	U2	IC, USB to SERIAL UART 28 Pins SSOP	FT232RL	FTDI	895-FT232RL	Mouser
17	1	U3	IC, Voltage regulator 5V, 500mA SOT-223	UA78M05CDCYRG3	TI	595-UA78M05CDCYRG3	Mouser
18	1	Y1	Cystal, 16MHz +/-20ppm HC-49/US Low Profile	ABL-16.000MHZ-B2	Abracon	815-ABL-16-B2	Mouser

Arduino Nano Schematic
Copyright 2008 under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License
http://creativecommons.org/license/by-sa/2.5/
Arduino
ATMEGA168-20AU
USB
FT232RL
+5V AREF OPTION
+5V REG
+5V AUTO SELECTOR
ICSP
NOT USED
USB-MINI-B
v2.3 - Modify FT232RL to use +5V
TITLE: Arduino Nano
Document Number:
REV: 2.3
Date: 6/26/2008 8:35:54 PM
Sheet: 1/1

SRWF-1028(V1.5) Wireless Transceiver Data Module User Manual

Phone +86-021-50275255
Fax +86-021-50270187
sunray230@hotmail.com

No.498 Guo Shoujing Road, Zhangjiang
Shanghai Pudong New Zone, China
www.en.51sunray.com

Contents

I. Application Field

- Automatic Meter Reading (AMR) system for water, electric gas and heat meter system
- Remote Control for Industry vehicle and lifting machine
- Production line data collecting
- Data communication for railway, oil well, dock and army
- Medical treatments and electric instruments automation control
- Wireless intelligent control for lighting system
- Security alarm, attendance checking and locating for coal mine workers under well
- Car alarm, tire pressure monitoring and four-wheel orientation
- Wireless POS, PDA wireless smart terminals
- Wireless dishes ordering system
- Queuing management system in the bank, hospital, hall and etc

II. Introduction

- Wireless transceiver modules SRWF-1028 can be used in any standard or nonstandard user protocol.
- The module has highly be avoided disturbance ability, long transmission range. In the open field the distance can reach 4500m (4800bps, use AT-6 antenna).
- Low power consumption, Transmitting current 300～550mA, Receiving current 32～38mA.
- The frequency is 403MHz/433MHz/470MHz/868MHz/915MHz.
- User can order the channel. We can supply 8 channels normally. As the user needs we can design 16/32 channels also.
- The module has TTL/RS232/RS485 interface, 7E1, 8N1, 7E2, 8E1, 8O1, 9N1 verify.
- We can supply the 1200bps/2400bps/4800bps/9600bps/19200bps baud rate. Users can choose one of the baud rate as you want.
- The user can also choose any antenna to match the modules.

III. Working qualification

Parameter	Min value	Max value	Remark
Temperature	-40℃	80℃	
Working voltage	4.5V	5.5V	
Power supply current	>1A	~	
Working humidity	10%	90%	

IV. Technical specification of SRWF-1028

Item	Parameter	Note
Modulation mode	GFSK/FSK	
Working frequency	403MHz/433MHz/470MHz/868MHz/915MHz	
Transmitting power	27dBm (0.5W)	
Receiving sensitivity	-119dBm(403MHz/2400bps) -119dBm(433MHz/2400bps) -119dBm(470MHz/2400bps) -116dBm(868MHz/2400bps) -115dBm(915MHz/2400bps)	
Channel amount	8channel	User can order
Channel isolation	60dB	
Bandwidth of the channel	12.5K 25K 50k	1200～4800bps 9600bps 19200bps
Carrier frequency error	±5K	-20~70℃
Transmitting current	300～400mA 350～450mA 400～500mA 450～550mA	470MHz 403MHz 433MHz/868MHz 915MHz
Receiving current	32～38mA	
Baud rate	1200/2400/4800/9600/19200bps	User can choose one of them before order

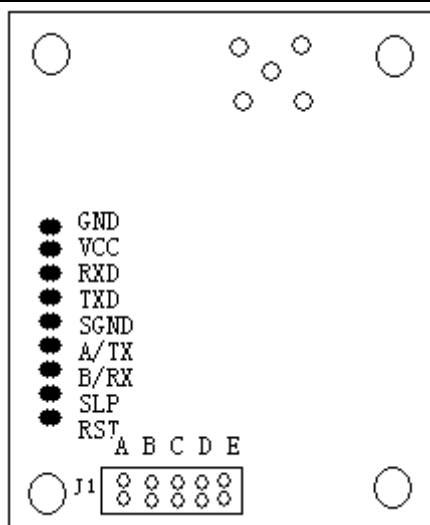
Interface mode	UART TTL/RS-232/RS-485	19200bps is inapplicability
Dimension	53mm×38mm×10mm	
Transmit distance	2500m	AT-14antenna（3dbi）4800bps

V. Interface Definition

SRWF-1028module can supply you a 9-pin connecter (CON1), and its definitions as well as connection method for terminals are following show:

Pins	Description	level	Connected to terminal	Note
GND	ground		ground	
VCC	Power supply DC	＋4.5～5.5V		
RXD	Serial data receiving interface	TTL	TXD	
TXD	Serial data transmitting interface	TTL	RXD	
GND	Grounding of the signal			
A/TX	A of RS-485 Or TX of RS-232		A/RX	
B/RX	B of RS-485 or RX of RS-232		B/TX	
RST	Reset control (input)	TTL	Reset signal	Negative pulse reset 1ms

VI. Channels, Interface Mode and Baud Rate Configuration

Before using SRWF-1028, you have to make simple configuration of your system parameter such as interface and data format. There is one group of 5-bit short circuiter wire (J1) on the left corner of SRWF-1028, defined as A、B 、C、D、E respectively .

Above figure is do not input the jumper. Input jumper means make the two points join together as the following show:

A B C D E

1. Channel configuration:

ABC jumper wires of J1 provide 8 options and you can choose 0~7 channels(ABC jumper wire mode is the same), you can transmit data between each module, but keep in mind at the same time only one modules is in TX mode.

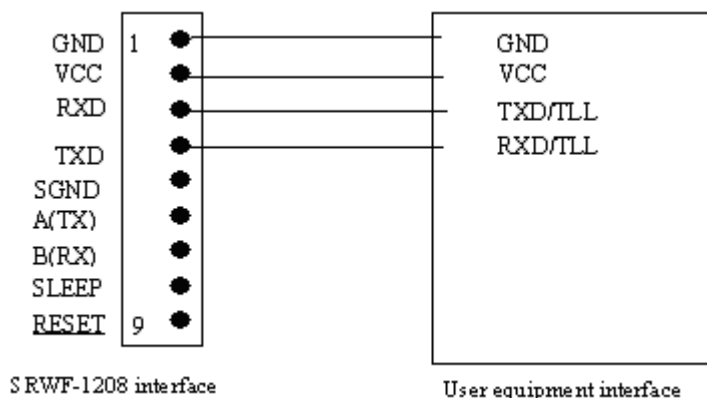
Jumper ABC	Channel	403MHz	433MHz	470MHz	868MHz	915MHz
A B C	0	404.00	433.85	470.250	869.43	915.00
A B C	1	404.20	432.10	470.360	869.49	915.20
A B C	2	404.40	433.20	470.490	869.56	915.40
A B C	3	404.60	433.25	470.100	869.62	915.60
A B C	4	404.80	434.00	470.652	867.80	915.80

A B C	5	405.00	432.65	470.842	868.00	916.00
A B C	6	405.20	433.40	470.900	868.20	916.20
A B C	7	405.40	432.60	470.720	868.40	916.40

Note: when use the multi-channel at the same time in the near place, the transmit distance will reduce. So it needed to increase distance about the different channel modules. If the distance between the two different channel modules is more than 10m, it will not affect the distance. If it must put the modules in short distance, you can also add the channel spacing. Foe examples, if A module you choose Channel 1, then B module you can choose channel 3, do not choose channel 2. As this way it can also reduce this affect.

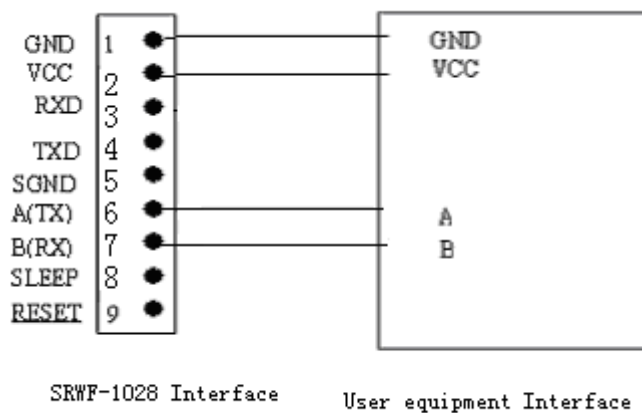
2. Selection of interface mode

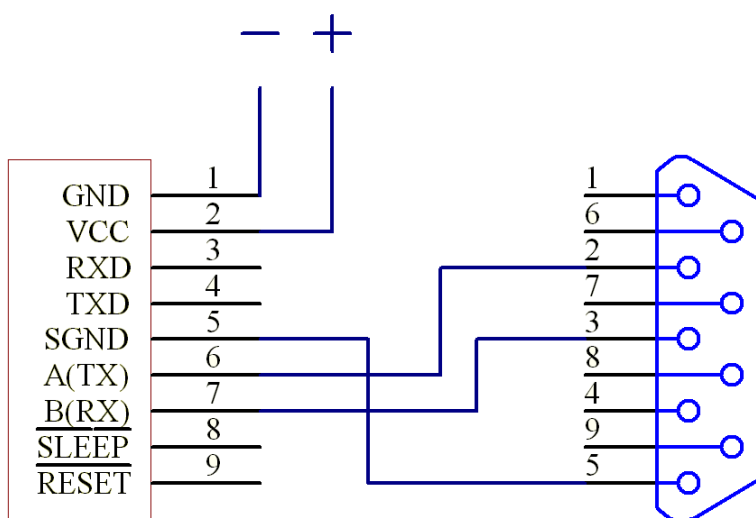
SRWF-1028 provides there types of interface mode. COM1 (Pin3 and Pin4 of CON1) is fixed as UART serial port of TTL level; COM2 (Pin6 and Pin7 of CON1) can choose interface mode （RS-232/RS-485） through D of J1

1) TTL interface connection application circuit：

NOTE: Please do not connect any wire on PIN6 and PIN7. And for the other wire you do not use, please cut them down, otherwise will result in interference.

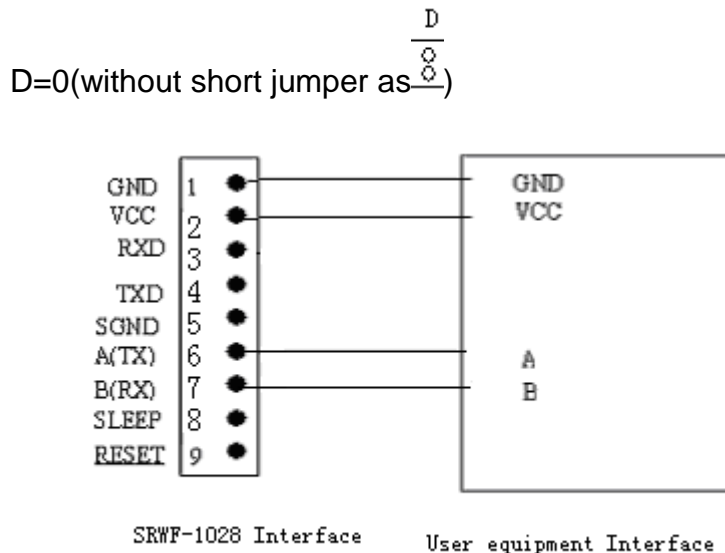
If you only use TTL, please make sure the D jumper of JP2 is without jumper wire (D=0 D)

2) RS-232 interface connection application circuit

D=1(with short jumper as D)

Note: Please do not connect any other wire, otherwise will result in interference.

Module and computer DB9 connection figure:

Note: If the module and the equipment use different Power supply please make sure the two use the same GND (join the two's GND together).

3) RS-485 Interface connection application circuit

D=0(without short jumper as D)

Note: Please do not connect any other wire, otherwise will result in interference.

3. Interface Rate Setting

The rate of SRWF-1028 is determined by hardware, in order to make sure the module rate is suitable to your system, we must be told your system's rate.

4. SRWF-1028 can support no parity and even parity mode of the serial communication UART it can chose parity mode through E of J1

E=0 (without short circuiter) parity 8E1 (even parity)/801/9N1/7E2

E=1 (with short circuiter) parity 8N1 (no parity)/7E1

NOTE: Channel setting, Com2's Interface mode and parity mode is fixed after the power is on if you want to change the setting, you must reset the module or Power on again

VII. Indicator Led function

1. When power on the module，Green Led will flash one time, it means the module is now output an edition information. From the edition users can know the module's basic information. For example:

SRWF-1028（V111）

C=00（433），RS485/RS232,8N1/9N1

Note: SRWF-1028 means the module brand,433means the module's working frequency（V111）means the module's edition number. "00" means channel number，RS485/RS232 is the interface choose 8N1/9N1 is the verify mode.

2. When the data need to transmit to the air, Red Led will flash one time (when use RS232 or RS485 interface the light will not flash)

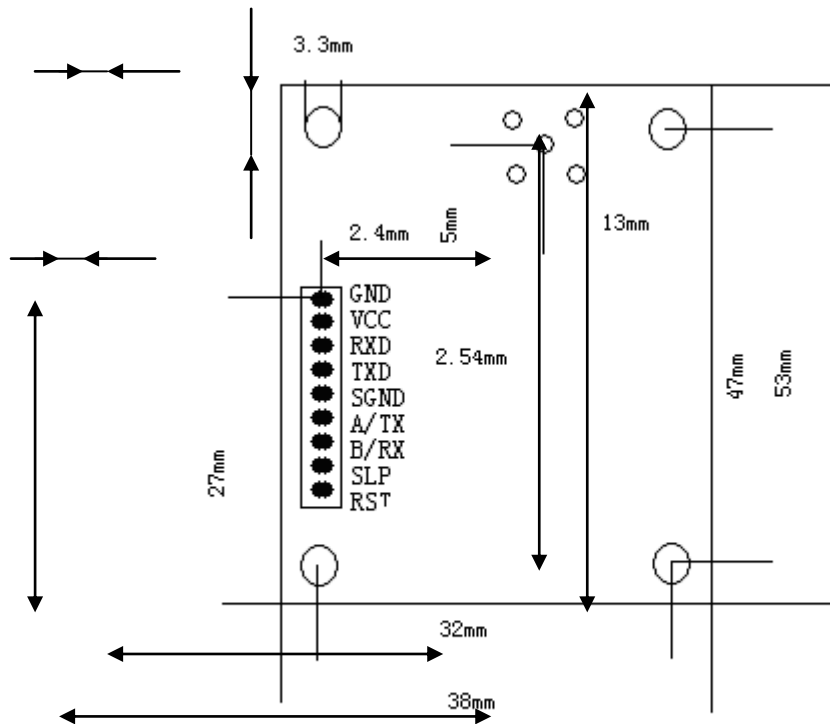
3. When the module receives the data from air, the Green Led will flash again.

VIII. Time Delay diagram

When the RXD of the SRWF-1028 (named A) receive data, then the modules send the data to modules B(SRWF-1028), then the TXD output the data. Between those transmit it has a timing delay (Td). Different baud rate has different delay time. Example: when you choose 1200bps, you need add 122ms delay in your program.

Baud rate(bps)	Time delay(Td/ms)
1200	122ms
2400	58ms
4800	31ms
9600	16ms
19200	8ms

Transmit Time Delay Diagram

IX. Layout dimension

X. Technical Support and After Service

We provide technical support of applications and secondary development for our clients. Our products have one-year warranty and perpetual maintenance services.

Phone +86-021-50275255
Fax +86-021-50270187
sunray230@hotmail.com

No.498 Guo Shoujing Road, Zhangjiang
Shanghai Pudong New Zone, China
www.en.51sunray.com